

RECD 13 JUL 2004

WIPO PCT

PCT/KR 2004/001517

RO/KR 23.06.2004

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2004-0046903
Application Number

출원년월일 : 2004년 06월 23일
Date of Application JUN 23, 2004

출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute

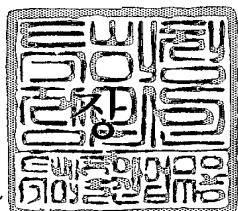
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004 년 06 월 23 일

특허청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2004.06.23
【발명의 명칭】	구현이 간단한 RSSI 측정 장치 및 그 방법과, 그 방법을 구현하는 프로그램이 저장된 기록매체
【발명의 영문명칭】	APPARATUS AND METHOD FOR MEASURING RECEIVED SINGAL STRENGTH INDICATOR USING SIMPLE HARDWARE ARCHITECTURE, AND RECORDING MEDIUM STORING PROGRAM EMBODYING THE SAME METHOD
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【명칭】	유미특허법인
【대리인코드】	9-2001-100003-6
【지정된변리사】	이원일
【포괄위임등록번호】	2001-038431-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	예종일
【성명의 영문표기】	YEH, CHOONG IL
【주민등록번호】	640226-1117212
【우편번호】	302-243
【주소】	대전광역시 서구 관저동 신선마을아파트 209동 202호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	임형수
【성명의 영문표기】	LIM, HYOUNG SOO
【주민등록번호】	691020-1674016
【우편번호】	302-750
【주소】	대전광역시 서구 월평2동 무궁화아파트 102동 304호
【국적】	KR

【발명자】

【성명의 국문표기】	권동승
【성명의 영문표기】	KWON,DONG SEUNG
【주민등록번호】	620403-1057615
【우편번호】	305-761
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 204동 1304호
【국적】	KR

【우선권주장】

【출원국명】	KR
【출원종류】	특허
【출원번호】	10-2004-0006279
【출원일자】	2004.01.30
【증명서류】	첨부

【공지예외적용대상증명서류의 내용】

【공개형태】	논문발표
【공개일자】	2003.12.26

【심사청구】

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 유미특허법인 (인)

【수수료】

【기본출원료】	0 면	38,000 원
【가산출원료】	31 면	0 원
【우선권주장료】	1 건	20,000 원
【심사청구료】	17 항	653,000 원
【합계】	711,000 원	
【감면사유】	정부출연연구기관	
【감면후 수수료】	365,500 원	

【기술이전】

【기술양도】	희망
【실시권 허여】	희망
【기술지도】	희망



0046903

출력 일자: 2004/7/2

【첨부서류】

1. 우선권증명서류 원문[특허청기제출]_1통
2. 공지예외적용대상(신규성상실의예외, 출원시의특례)규정을 적용받 기 위한 증명서류[추후제출]_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 구현이 간단한 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 측정 장치 및 그 방법과, 그 방법을 구현하는 프로그램이 저장된 기록매체에 관한 것이다. 이 RSSI 측정 장치에서는 I 채널 신호 및 Q 채널 신호를 양자화하는 아날로그/디지털 변환기의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수를 평균이 0인 가우시안(Gaussian)으로 근사하는 경우에 생성되는 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 분산과 입력 신호의 분산 사이의 제1 관계 및 상기 가우시안의 랜덤 변수의 확률밀도함수에서의 전력과 분산 사이의 제2 관계에 기초하여, 아날로그/디지털 변환기의 입력단에서의 전력을 아날로그/디지털 변환기의 출력단에서의 신호를 사용하여 산출하여 상기 수신 신호 세기로 결정한다. 본 발명에 따르면, 수신안테나를 통해 수신되는 신호의 매 샘플마다 제곱 연산을 수행하지 않으므로 하드웨어 복잡도가 감소된다. 또한, 수신안테나의 커넥터에서 RSSI를 측정함으로써 실제에 보다 가까운 RSSI 측정이 수행된다. 또한, 측정된 RSSI의 정확한 값이 몇 Watt 또는 mWatt 인지를 알 수 있다.

【대표도】

도 3

【색인어】

RSSI, ADC, 수신 신호 세기, 아날로그/디지털 변환기, 가우시안, 확률밀도함수,

【명세서】**【발명의 명칭】**

구현이 간단한 RSSI 측정 장치 및 그 방법과, 그 방법을 구현하는 프로그램이 저장된 기록매체 {APPARATUS AND METHOD FOR MEASURING RECEIVED SINGAL STRENGTH INDICATOR USING SIMPLE HARDWARE ARCHITECTURE, AND RECORDING MEDIUM STORING PROGRAM EMBODYING THE SAME METHOD}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 RSSI 측정 장치의 블록도이다.

도 2는 도 1에 도시된 I 채널 및 Q 채널 ADC의 일반적인 입출력 관계를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 RSSI 측정 장치의 블록도이다.

도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 RSSI 측정 장치의 블록도이다.

도 5는 도 4에 도시된 컴퓨터 시스템의 일 실시예에 따른 블록도이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 RSSI 측정 방법의 흐름도이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<7> 본 발명은 수신 신호 세기(Received Signal Strength Indicator, 이하 "RSSI"라고 함) 측정에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 아날로그/디지털 변환기의 입력 전력을 출력 신호를 사

용하여 변환함으로써 보다 간단한 구조를 사용하여 RSSI를 측정할 수 있는 장치 및 그 방법과, 그 방법을 구현하는 프로그램이 저장된 기록매체에 관한 것이다.

- <8> 최근 이동통신을 비롯한 각종의 무선 네트워크의 발전으로 인해 많은 사람들이 이전에 비해 보다 활동적인 생활을 영위하고 있다.
- <9> 이러한 무선통신에서 매우 중요한 역할을 차지하는 것은 사용자들의 이동성을 지원하는 것이다. 즉, 사용자들의 단말기 위치가 이동하더라도 사용자에 대한 무선통신 서비스를 계속 유지하기 위해 통화로를 유지하는 것이다. 이와 같이 무선통신에서의 이동성을 지원하기 위해서는 무선통신 단말기에서 수신되는 신호의 레벨을 감지하기 위한 신호인 RSSI가 중요한 역할을 차지한다. 물론 RSSI는 이외에도 다양한 기능으로 사용될 수 있음을 당연하다.
- <10> 도 1은 종래의 RSSI 측정 장치의 블록도이다.
- <11> 도 1에 도시된 바와 같이, 종래의 RSSI 측정 장치는 수신안테나(10), I(In-Phase) 채널 아날로그/디지털 변환기(Analog/Digital Converter, 이하 "ADC"라고 함)(20), Q(Quadrature) 채널 ADC(30), I 채널 제곱기(40), Q 채널 제곱기(50), 누적 및 덴프기(60) 및 평균기(70)를 포함한다.
- <12> 수신안테나(10)는 무선 채널을 통해 기지국으로부터 송신된 무선 신호를 수신하고, I 채널 및 Q 채널 ADC(20, 30)는 수신안테나(10)를 통해 수신되는 I 채널 신호($I(t)$) 및 Q 채널 신호($Q(t)$)를 대응되는 디지털 신호(I_k , Q_k)로 변환하여 출력한다.
- <13> I 채널 및 Q 채널 제곱기(40, 50)는 I 채널 및 Q 채널 ADC(20, 30)에서 각각 출력되는 디지털 I 채널 및 Q 채널 신호(I_k , Q_k)를 각각 제곱하여 대응되는 전력 신호를 출력한다.

- <14> 누적 및 덤프기(60)는 I 채널 및 Q 채널 제곱기(40, 50)에서 각각 출력되는 전력 신호를 받아서 서로 합하여 일정 기간동안 누적한다.
- <15> 평균기(70)는 누적 및 덤프기(60)에서 누적된 신호를 평균하여 RSSI를 측정한 신호를 출력한다.
- <16> 이와 같이, 도 1에 도시된 종래 RSSI 측정 장치에 의해 구해진 RSSI는 다음의 [수학식 1]과 같이 표현될 수 있다.
- <17> 【수학식 1】
$$RSSI = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} (I_k^2 + Q_k^2)$$
- <18> 여기서, N은 누적 및 덤프기(60)에서 누적하는 일정 기간 내의 샘플 수를 의미하고, 첨자 k는 일정 기간 내의 샘플의 순서를 의미한다.
- <19> 상기한 종래 기술에 따라 구해진 RSSI에 따르면, 실제 RSSI와 함수 관계가 있을 뿐으로, 무선통신 단말기로 실제 수신된 전력의 세기가 값, 즉 몇 Watt 또는 몇 mWatt 인지를 확실하게 알 수 없으며, 또한 I 채널 및 Q 채널 제곱기(40, 50)에서 일정 기간 동안의 매 샘플마다 전력값을 구하기 위해 곱셈기가 필요하므로 하드웨어 복잡도가 매우 증가한다는 문제점이 있다.
- <20> 한편, 상기한 바와 같은 ADC와 관련된 종래 기술로는 미국 특허 US 5,675,339 "A/D REFERENCE LEVEL ADJUSTMENT CIRCUIT TO MAINTAIN OPTIMUM DYNAMIC RANGE AT THE A/D", 미국 특허 US3,931,584 "AUTOMATIC GAIN CONTROL" 등이 있다.
- <21> 전자의 특허는 ADC의 기준 전압을 제어하는 방법 및 회로에 관한 것으로 ADC 출력이 적어도 요구되는 전압레벨인지를 표시하는 방법이 존재한다. 그리고 이렇게 표시되는 값에 따라 ADC에 기준 전압을 제공하는 프로세서가 존재하며, 프로세서는 I 및 Q ADC 전압이 기준값 이

하일 경우에는 제공 전압을 올리도록 하고 기준값 이상일 경우에는 제공 전압을 낮추도록 요구 한다. 그러나, 전자의 특허에는 ADC의 기준 전압을 정확하게 제공하기 위한 방법만이 개시되어 있을 뿐, RSSI를 간단하고 정확하게 측정하는 내용에 대한 개시가 없다.

<22> 또한, 후자의 특허는 ADC의 양자화 잡음을 최소화하는 방법에 관한 것으로, 상당한 정도의 신호 전력 레벨의 변화가 있는 신호를 일정한 레벨의 신호 전력 레벨로 바꾸어 주는 역할을 하는 AGC가 ADC 입력 신호의 전력 레벨을 일정한 크기로 유지시켜 ADC의 양자화 잡음을 최소화 되도록 하는 내용만이 개시되어 있을 뿐, 전자의 특허와 마찬가지로 RSSI를 간단하고 정확하게 측정하는 내용에 대한 개시가 없다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<23> 따라서, 본 발명의 기술적 목적은 상기한 문제점을 해결하고자 하는 것으로, 하드웨어적인 구현이 간단하고, 측정된 RSSI 값이 몇 Watt 또는 몇 mWatt 인지를 정확하게 알 수 있는 RSSI 측정 장치 및 그 방법과, 그 방법을 구현하는 프로그램이 저장된 기록매체를 제공하는 데 있다.

【발명의 구성】

<24> 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 특징에 따른 수신 신호 세기 측정 장치는,

<25> 무선통신망에서 송수신되는 신호의 수신 신호 세기를 측정하는 장치로서,

<26> 무선통신망에서 수신된 신호에서 추출된 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널 신호 중 어느 하나의 신호를 디지털 신호로 양자화하는 아날로그/디지털 변환기; 상기 아날로그/디지털 변환기에 의해 양자화되는 디지털 신호의 절대값을 계산하여 출력하는 절대값 계산기; 상기 절대값 계산기에서 출력되는 값을 일정 기간동안 누적하여 출력하는 누적기; 상기 누

적기에서 출력되는 값을 제곱하여 출력하는 제곱기; 및 상기 제곱기에서 출력되는 값에 특정 값 – 여기서 특정 값은 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수를 평균이 0인 가우시안(Gaussian)으로 근사하는 경우, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 비트 수, 입력 클립 레벨 및 입구 저항값에 기초하여 결정됨 – 을 곱하여 상기 수신된 신호의 수신 신호 세기로 출력하는 곱셈기를 포함한다.

- <27> 본 발명의 다른 특징에 따른 수신 신호 세기 측정 장치는,
- <28> 무선통신망에서 송수신되는 신호의 수신 신호 세기를 측정하는 장치로서,
- <29> 무선통신망에서 수신된 신호에서 추출된 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널 신호 중 어느 하나의 신호를 디지털 신호로 양자화하는 아날로그/디지털 변환기; 상기 아날로그/디지털 변환기에 의해 양자화되는 디지털 신호의 절대값을 계산하여 출력하는 절대값 계산기; 상기 절대값 계산기에서 출력되는 값을 일정 기간동안 누적하여 출력하는 누적기; 및 상기 누적기에서 출력되는 값을 받아서 제곱 연산 및 특정 값 – 여기서 특정 값은 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수를 평균이 0인 가우시안(Gaussian)으로 근사되는 경우, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 비트 수, 입력 클립 레벨 및 입구 저항값에 기초하여 결정됨 – 에 의한 곱셈 연산을 수행하여 상기 수신된 신호의 수신 신호 세기를 계산하는 컴퓨터 시스템을 포함한다.
- <30> 여기서, 상기 수신 신호 세기 측정 장치는,
- <31> 무선통신망에서 신호를 수신하여 상기 아날로그/디지털 변환기로 출력하는 수신안테나를 더 포함하며, 상기 특정 값 결정시 상기 수신안테나부터 상기 아날로그/디지털 변환기까지의 이득이 사용되는 것을 특징으로 한다.

<32> 또한, 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 분산이 상기 아날로그 디지털 변환기의 입력 신호의 분산에 상기 아날로그/디지털 입력 신호의 입력 비트수 및 입력 클립 레벨에 의해 결정되는 값을 곱하여 결정되는 것을 특징으로 한다.

<33> 또한, 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 전력은 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 분산에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 한다.

<34> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 수신 신호 세기 측정 방법은,

<35> 무선통신망에서 송수신되는 신호의 수신 신호 세기를 측정하는 방법으로서,

<36> a) 무선통신망에서 수신된 신호의 세기를 측정하기 위한 누적 값 – 여기서 누적 값은 상기 수신 신호에서 추출된 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널 신호 중 어느 하나의 신호를 일정 기간동안 디지털 신호로 양자화하여 절대값을 취하여 누적한 값임 – 을 입력받는 단계; b) 상기 입력된 누적 값의 제곱 연산을 수행하는 단계; 및 c) 상기 제곱 연산된 값에 특정 값 – 여기서 특정 값은 상기 수신 신호를 디지털 신호로 양자화하는 아날로그/디지털 변환기의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수를 평균이 0인 가우시안(Gaussian)으로 근사되는 경우, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 비트 수, 입력 클립 레벨 및 입구 저항값에 기초하여 결정됨 – 에 의한 곱셈 연산을 수행하여 상기 수신된 신호의 수신 신호 세기를 계산하는 단계를 포함한다.

<37> 여기서, 상기 수신 신호 측정 방법은,

<38> 상기 a) 단계 전에, 상기 무선통신망에서 수신되는 신호에서 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널 신호 중 어느 하나의 신호를 추출하여 대응되는 디지털 신호로 양자화하는

단계; 상기 양자화되는 신호의 절대값을 연산하는 단계; 및 상기 연산된 절대값을 상기 일정 기간동안 누적하여 누적 값을 출력하는 단계를 더 포함한다.

<39> 또한, 상기 특정 값 결정시 무선통신망에서 신호를 수신하여 상기 아날로그/디지털 변환기로 출력하는 수신안테나부터 상기 아날로그/디지털 변환기까지의 이득이 사용되는 것을 특징으로 한다.

<40> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 수신 신호 세기 측정 방법은,

<41> 무선통신망에서 수신된 신호에서 추출된 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널 신호 중 어느 하나의 채널 신호를 디지털 신호로 양자화하는 아날로그/디지털 변환기를 포함하는 수신 신호 세기를 측정하는 장치에서의 수신 신호 세기 측정 방법으로서,

<42> 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력단에서의 전력을 상기 수신 신호 세기로 결정하되, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수를 평균이 0인 가우시안(Gaussian)으로 근사하는 경우 생성되는 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 분산과 입력 신호의 분산 사이의 제1 관계 및 상기 가우시안의 랜덤 변수의 확률밀도함수에서의 전력과 분산 사이의 제2 관계에 기초하여, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력단에서의 전력을 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력단에서의 신호를 사용하여 산출하여 상기 수신 신호 세기로 결정하는 것을 특징으로 한다.

<43> 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지

않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였다.

명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다.

<44> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 RSSI 측정 장치에 대해서 상세하게 설명한다.

<45> 일반적으로 무선통신 시스템에서 도 1에 도시된 I 채널 및 Q 채널 ADC(20, 30)의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수는 평균이 0인 가우시안(Gaussian)으로 근사된다. 이 경우, I 채널 ADC(20)의 입력 신호의 분산 $(\sigma_{I(t)}^2)$ 과 Q 채널 ADC(30)의 입력 신호의 분산 $(\sigma_{Q(t)}^2)$ 이 동일하고, I 채널 ADC(20)의 출력 신호의 분산 $(\sigma_{I_k}^2)$ 과 Q 채널 ADC(30)의 출력 신호의 분산 $(\sigma_{Q_k}^2)$ 이 동일해진다. 따라서 I 채널 및 Q 채널 ADC(20, 30)의 입력 신호 및 출력 신호에 대해서는 다음의 [수학식 2]가 성립된다.

$$<46> \quad \text{【수학식 2】} \quad \sigma_{I(t)}^2 = \sigma_{Q(t)}^2 = \sigma_i^2, \quad \sigma_{I_k}^2 = \sigma_{Q_k}^2 = \sigma_o^2$$

<47> 한편, 각 ADC(20, 30)의 입력단에서의 전력($P_{in,ADC}$)은 다음의 [수학식 3]을 이용하여 구할 수 있다.

$$<48> \quad \text{【수학식 3】} \quad P_{in,ADC} = \frac{\sigma_{I(t)}^2}{R} + \frac{\sigma_{Q(t)}^2}{R} = \frac{2\sigma_i^2}{R} \text{ Watt}$$

<49> 여기서, R은 ADC(20, 30)의 입구 저항값이다.

<50> 한편, 도 2는 도 1에 도시된 I 채널 및 Q 채널 ADC(20, 30)의 일반적인 입출력 관계를 도시한 도면이다.

<51> 도 2를 참조하면, ADC(20, 30)의 해상도, 즉 입력 비트수를 B, ADC(20, 30)의 출력이 포화상태(saturation)가 되는 ADC(20, 30)의 입력 클립 레벨을 V_c 라고 가정하는 경우, [수학식 2]에서 나타낸 σ_i^2 과 σ_o^2 의 관계는 다음의 [수학식 4]와 같다.

<52>

【수학식 4】
$$\sigma_o^2 = k^2 \sigma_i^2$$

<53>

여기서, $k = \frac{2^{B-1}}{V_c}$ 이다.

<54> 한편, 가우시안 랜덤 변수 Z의 확률밀도함수는 다음의 [수학식 5]과 같이 나타낼 수 있다.

<55>

【수학식 5】
$$f_z(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{(z-m)^2}{2\sigma^2}\right]$$

<56>

이 경우, 가우시안 랜덤 변수 Z에 대하여 $E\{Z - m\} = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\sigma$ 의 관계가 성립되므로 궁극적으로 다음의 [수학식 6]이 유도된다.

<57>

【수학식 6】
$$E^2\{Z\} = \frac{2}{\pi}\sigma^2 = 0.6366\sigma^2$$

<58> 이와 같이, 가우시안 랜덤 변수 Z에 대하여 [수학식 6]을 사용하는 이유는 RSSI 측정 구현을 간단히 하기 위해서이다.

<59> 상기 유도된 [수학식 6]을 이용하여 ADC(20, 30) 입력단에서의 전력을 나타내는 [수학식 3]을 ADC(20, 30)의 출력단 신호로써 다음의 [수학식 7]과 같이 나타낼 수 있다.



0046903

출력 일자: 2004/7/2

<60>

$$P_{in,ADC} = \frac{2\sigma_i^2}{R} = \frac{2\sigma_o^2}{k^2 R} = \frac{2E^2 \{I_k \text{or} Q_k\}}{0.6366 k^2 R} = \frac{8V_c^2 E^2 \{I_k \text{or} Q\}}{0.6366 (2^{2B}) R} \text{ Watt}$$

【수학식 7】

<61> 한편, 실제로 RSSI는 수신안테나의 커넥터에서 정의되어야 하는 것이 보다 더 정확하다.

RSSI가 수신안테나의 커넥터가 아닌 ADC 입력단에서 정의될 경우 수신안테나의 커넥터에서 ADC 까지의 이득이 반영되어 정확한 RSSI를 측정할 수 없기 때문이다. 따라서 수신안테나의 커넥터에서 ADC까지의 이득을 G_f 라고 하면 수신안테나의 커넥터에서의 RSSI 측정값은 다음의 [수학식 8]과 같이 나타낼 수 있다.

<62>

$$RSSI = 10^{-\frac{G_f}{10}} \frac{1.2567 \times 10^4 V_c^2}{(2^{2B}) R} \left(\frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |I_{n,k} \text{or} Q_{n,k}| \right)^2 \text{ mWatt}$$

【수학식 8】

<63>

여기서, $I_{n,k} \text{or} Q_{n,k}$ 는 RSSI를 측정하기 위해 사용하는 n번째 신호에서 k번째로 양자화된 I 또는 Q 채널 값, 즉 ADC의 출력 신호이다.

<64>

상기 [수학식 8]을 보다 간단하게 나타내면 다음의 [수학식 9]와 같이 나타낼 수 있다.

<65>

$$RSSI = \alpha \left(\sum_{k=0}^{N-1} |I_{n,k} \text{or} Q_{n,k}| \right)^2 \text{ mWatt}, \quad \alpha = 10^{-\frac{G_f}{10}} \frac{1.2567 \times 10^4 V_c^2}{(2^{2B}) R N^2}$$

【수학식 9】

<66>

상기한 [수학식 9]에 따라, I 채널 또는 Q 채널에 있는 2개의 ADC 중 어느 하나를 선택하고, 선택된 ADC의 출력 신호에 절대치를 취하고 일정 기간동안 누적하여 제곱한 후 이미 알고 있는 값에 해당하는 α 를 곱하면 수신안테나의 커넥터에서의 실제 RSSI의 정확한 값을 계산할 수 있다.

<67>

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 RSSI 측정 장치의 블록도이다.

- <68> 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 RSSI 측정 장치는 수신안테나(100), ADC(200), 절대값 계산기(ABS, 300), 누적기(400), 제곱기(500) 및 곱셈기(600)를 포함한다.
- <69> 수신안테나(100)는 무선 채널을 통해 기지국으로부터 송신된 무선 신호를 수신하고, ADC(200)는 수신안테나(100)를 통해 수신되는 I 채널 신호 또는 Q 채널 신호 중 어느 하나의 신호를 선택하여 대응되는 디지털 신호로 변환하여 출력한다.
- <70> ABS(300)는 ADC(200)에서 출력되는 신호의 절대값을 산출하여 출력한다.
- <71> 누적기(400)는 ABS(300)에서 출력되는 신호를 일정 기간동안 누적하여 출력한다.
- <72> 제곱기(500)는 누적기(400)에서 누적된 신호의 제곱값을 산출하여 출력한다.
- <73> 곱셈기(600)는 제곱기(500)에서 출력되는 값에 [수학식 9]에서 미리 산출되어 저장되어 있는 값인 α 를 곱하여 RSSI를 계산한 신호로서 출력한다. 이 때, α 값은 ADC(200)의 입구 저항 R, ADC(200)의 입력 비트수 B, ADC(200)의 입력 클립 레벨 Vc, 및 수신안테나(100)의 커넥터에서 ADC(200)에 이르는 회로 및 선로 이득 G_f 을 이용하여 미리 계산된다.
- <74> 상기한 바와 같은 구현은, [수학식 9]에 따른 것으로, 이와 같이 함으로써 수신안테나(100)로부터 I 채널 또는 Q 채널 신호 중에서 하나만을 선택하여 양자화하기 때문에 종래에 비해 ADC의 개수가 감소되고, 종래와 같이 매 샘플마다 전력값을 구하기 위해 제곱기를 사용할 필요없이 누적된 값에 한 번의 제곱기만을 사용하므로 하드웨어 복잡도가 감소된다. 또한, 수신안테나(100)의 커넥터에서의 RSSI를 측정함으로써 보다 실제적인 RSSI가 구해지는 동시에, [수학식 9]에 따라 RSSI를 계산함으로써 측정된 RSSI가 몇 Watt 또는 몇 mWatt 인지를 정확하게 알 수 있다.

- <75> 한편, 상기에서는 하드웨어만으로 RSSI를 측정하는 것에 대해서만 설명하였으나, [수학식 9]에 따른 계산은 실제 ADC를 측정하는 부분을 제외하고는 소프트웨어적으로 계산 가능하므로 이하에서는 하드웨어와 소프트웨어를 병용하여 RSSI를 산출하는 본 발명의 제2 실시예에 대하여 설명한다.
- <76> 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 RSSI 측정 장치의 블록도이다.
- <77> 본 발명의 제2 실시예에서는 도 3을 참조하여 설명한 본 발명의 제1 실시예에 따른 RSSI 측정 장치에 포함된 구성요소와 일부 동일한 기능을 가진 구성요소를 포함하고 있어서 설명의 편의를 위해 동일한 도면부호를 사용한다.
- <78> 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 RSSI 측정 장치는 수신안테나(100), ADC(200), ABS(300), 누적기(400) 및 컴퓨터 시스템(700)을 포함한다.
- <79> 수신안테나(100), ADC(200), ABS(300) 및 누적기(400)는 본 발명의 제1 실시예에서 설명한 기능과 동일하므로 여기에서는 설명의 편의를 위해 생략하고, 나머지 차이가 있는 구성요소에 대해서만 설명한다.
- <80> 컴퓨터 시스템(700)은 수신안테나(100)에서 수신되어 출력되는 I 채널 또는 Q 채널 신호가 ADC(200)에 의해 디지털 신호로 양자화되고, ABS(300)에 의해 절대값으로 변환된 후 누적기(400)에 의해 일정 기간동안 누적된 값을 받아서 RSSI를 계산하여 사용자에게 표시한다.
- <81> 즉, 컴퓨터 시스템(700)은 누적기(400)에서 누적된 값을 받아서 제곱 연산을 수행한 후, 그 결과값에 [수학식 9]에 따른 α 값을 곱셈 연산하여 RSSI를 계산한다. 이 때, α 값은 ADC(200)의 입구 저항 R, ADC(200)의 입력 비트수 B, ADC(200)의 입력 클립 레벨 Vc, 및 수신

안테나(100)의 커넥터에서 ADC(200)에 이르는 회로 및 선로 이득 G_{π} 을 이용하여 미리 계산되어 저장되어 있는 것으로 가정한다.

<82> 이러한 컴퓨터 시스템(700)으로는 범용 컴퓨터 시스템이나 전용 컴퓨터 시스템 등이 모두 사용될 수 있으며, 사용되는 컴퓨터 시스템에는 첨부한 도 5에 도시된 바와 같은 구성요소가 포함된다.

<83> 도 5를 참조하면, 컴퓨터 시스템(700)은 시스템 버스(710), CPU(Central Processing Unit, 720), RAM(Random Access Memory, 730), ROM(Read Only Memory, 740), I/O(Input/Output) 카드(750), HDD(Hard Disk Drive, 760), 비디오 카드(770) 및 모니터(780)를 포함한다.

<84> 시스템 버스(710)는 컴퓨터 시스템(700) 내의 데이터와 명령, 제어 신호 등을 각 구성요소로 연결해주는 통로 역할을 수행하고, RAM(720)은 시스템 버스(710)에 연결되며, 데이터를 임시로 기억하고 있는 메모리이며, ROM(730)은 시스템 버스(710)에 연결되며, 데이터를 영속적으로 기억하고 있는 메모리이고, I/O 카드(750)는 시스템 버스(710)에 연결되어 컴퓨터 시스템(700)과 외부 장치와의 데이터 전달의 통로 역할을 수행하며, HDD(760)는 I/O 카드(750)에 연결되며, 데이터를 영속적으로 기억하는 외부 저장장치이고, 비디오 카드(770)는 시스템 버스(710)에 연결되어, 화면 표시 장치인 모니터(780)에 문자나 그래픽 등을 화면으로 표시한다. 한편, 누적기(400)는 I/O 카드(750)에 I/O 케이블 또는 무선을 통하여 접속된다.

<85> 이하, 도 6을 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 RSSI 측정 방법에 대하여 상세하게 설명한다.

- <86> 컴퓨터 시스템(700)의 CPU(720)는 ROM(740)에 미리 탑재되어 있는 RSSI 측정을 위한 소프트웨어에 따라 프로그램 명령을 수행하여 RSSI 측정을 위한 동작을 시작한다.
- <87> 먼저, 컴퓨터 시스템(700)은 수신안테나(100)에서 수신되어 출력되는 I 채널 또는 Q 채널 신호가 ADC(200)에 의해 디지털 신호로 양자화되고, ABS(200)에 의해 절대값으로 변환된 후 누적기(400)에 의해 일정 기간동안 누적된 값을 CPU(720)의 제어에 따라 I/O 카드(750)를 통해 입력받아서 시스템 버스(710)를 통해 RAM(730)에 저장한다(S100).
- <88> 그 후, CPU(720)는 RAM(730)에 저장된 누적 값에 대한 제곱 연산을 수행한 후(S110) 그 결과값에 [수학식 9]에 나타낸 바와 같은 α 값을 곱셈 연산하여 RSSI를 계산한다(S120). 이 때, α 값은 ADC(200)의 입구 저항 R, ADC(200)의 입력 비트수 B, ADC(200)의 입력 클립 레벨 V_c , 및 수신안테나(100)의 커넥터에서 ADC(200)에 이르는 회로 및 선로 이득 G_{rf} 을 이용하여 미리 계산되어 RAM(730)이나 HDD(760)을 통해 판독할 수 있는 하드디스크 등에 저장되어 있는 것으로 가정한다.
- <89> 그 후, CPU(720)는 상기 단계(S120)에서 계산된 RSSI를 비디오 카드(770)에 접속된 모니터(780)를 통해 사용자에게 표시하여, 실제 측정된 RSSI가 몇 Watt 또는 mWatt 인지를 알 수 있도록 한다(S130).
- <90> 상기한 바와 같은 구현은, [수학식 9]에 따른 것으로, 이와 같이 함으로써 수신안테나(100)로부터 I 채널 또는 Q 채널 신호 중에서 하나만을 선택하여 양자화하기 때문에 종래에 비해 ADC의 개수가 감소되고, 종래와 같이 매 샘플마다 전력값을 구하기 위해 제곱기를 사용할 필요없이 누적된 값에 한 번의 제곱기만을 사용하므로 하드웨어 복잡도가 감소되면서, 나아가 소프트웨어를 통해 제곱 연산 및 곱셈 연산을 처리함으로써 하드웨어 복잡도가 보다 더 감소될 수 있다. 또한, 수신안테나(100)의 커넥터에서의 RSSI를 측정함으로써 보다 실제적인 RSSI가



0046903

출력 일자: 2004/7/2

구해지는 동시에, [수학식 9]에 따라 RSSI를 계산함으로써 측정된 RSSI가 몇 Watt 또는 몇 mWatt 인지를 정확하게 알 수 있다.

<91> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 그 외의 다양한 변경이나 변형이 가능하다.

<92> 예를 들면, 상기에서는 도 5를 통해 도시한 컴퓨터 시스템의 구조를 사용하였지만, 본 발명의 기술적 범위는 여기에 한정되지 않고, 누적기(400)로부터 출력되는 누적 값을 입력받아서 RSSI를 계산하는 소프트웨어를 탑재하여 실행시킬 수 있는 장치라면 데스크탑(desktop) 컴퓨터, 팜탑(palmtop) 컴퓨터, PDA(Personal Digital Assistants), 중소형 컴퓨터 시스템, 대형 컴퓨터 시스템 등이 모두 사용될 수 있다.

【발명의 효과】

<93> 본 발명에 따르면, 수신안테나를 통해 수신되는 신호의 매 샘플마다 제곱 연산을 수행하지 않으므로 하드웨어 복잡도가 감소된다.

<94> 또한, RSSI 계산을 위한 제곱 연산 및 곱셈 연산을 소프트웨어를 사용하여 처리함으로써 하드웨어 복잡도가 더욱 감소된다.

<95> 또한, 수신안테나의 커넥터에서 RSSI를 측정함으로써 실제에 보다 가까운 RSSI 측정이 수행된다.

<96> 또한, 측정된 RSSI의 정확한 값이 몇 Watt 또는 mWatt 인지를 알 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

무선통신망에서 송수신되는 신호의 수신 신호 세기(Received Signal Strength Indicator)를 측정하는 장치에 있어서,
무선통신망에서 수신된 신호에서 추출된 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널
신호 중 어느 하나의 신호를 디지털 신호로 양자화하는 아날로그/디지털 변환기;
상기 아날로그/디지털 변환기에 의해 양자화되는 디지털 신호의 절대값을 계산하여 출력
하는 절대값 계산기;
상기 절대값 계산기에서 출력되는 값을 일정 기간동안 누적하여 출력하는 누적기;
상기 누적기에서 출력되는 값을 제곱하여 출력하는 제곱기; 및
상기 제곱기에서 출력되는 값에 특정 값-여기서 특정 값은 상기 아날로그/디지털 변환
기의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수를 평균이 0인 가우시안(Gaussian)으로 근사하는
경우, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 비트 수, 입력 클립 레벨 및 입구 저항값에 기초하
여 결정됨-을 곱하여 상기 수신된 신호의 수신 신호 세기로 출력하는 곱셈기
를 포함하는 수신 신호 세기 측정 장치.

【청구항 2】

무선통신망에서 송수신되는 신호의 수신 신호 세기(Received Signal Strength Indicator)를 측정하는 장치에 있어서,
무선통신망에서 수신된 신호에서 추출된 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널
신호 중 어느 하나의 신호를 디지털 신호로 양자화하는 아날로그/디지털 변환기;

상기 아날로그/디지털 변환기에 의해 양자화되는 디지털 신호의 절대값을 계산하여 출력하는 절대값 계산기;

상기 절대값 계산기에서 출력되는 값을 일정 기간동안 누적하여 출력하는 누적기; 및
상기 누적기에서 출력되는 값을 받아서 제곱 연산 및 특정 값-여기서 특정 값은 상기
아날로그/디지털 변환기의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수를 평균이 0인 가우시안
(Gaussian)으로 근사되는 경우, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 비트 수, 입력 클립 레벨
및 입구 저항값에 기초하여 결정됨-에 의한 곱셈 연산을 수행하여 상기 수신된 신호의 수신
신호 세기를 계산하는 컴퓨터 시스템

을 포함하는 수신 신호 세기 측정 장치.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서,

무선통신망에서 신호를 수신하여 상기 아날로그/디지털 변환기로 출력하는 수신안테나
를 더 포함하며,

상기 특정 값 결정시 상기 수신안테나로부터 상기 아날로그/디지털 변환기까지의 이득이
사용되는

것을 특징으로 하는 수신 신호 세기 측정 장치.

【청구항 4】

제3항에 있어서,

상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 분산이 상기 아날로그 디지털 변환기의 입력 신호의 분산에 상기 아날로그/디지털 입력 신호의 입력 비트수 및 입력 클립 레벨에 의해 결정되는 값을 곱하여 결정되는 것을 특징으로 하는 수신 신호 세기 측정 장치.

【청구항 5】

제4항에 있어서,

상기 값(k^2)은 다음의 관계식

$$k = \frac{2^{B-1}}{V_c}$$

여기서, B는 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 비트수이고,

V_c 는 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 클립 레벨임

에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 수신 신호 세기 측정 장치.

【청구항 6】

제4항에 있어서,

상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 전력은 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 분산에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 수신 신호 세기 측정 장치.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 전력(E^2)이 다음의 관계식

$$E^2 = \frac{2}{\pi} \sigma^2 = 0.6366 \sigma^2$$

여기서 σ^2 은 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 분산임

에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 수신 신호 세기 측정 장치.

【청구항 8】

제6항에 있어서,

상기 특정 값(α)은 다음의 관계식

$$\alpha = 10^{-\frac{G_f}{10}} \frac{1.2567 \times 10^4 V_c^2}{(2^{2B})RN^2}$$

여기서, B는 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 비트수이고,

R은 상기 아날로그/디지털 변환기의 입구 저항값이며,

V_c 는 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 클립 레벨이고,

G_f 는 상기 수신안테나부터 상기 아날로그/디지털 변환기까지의 이득이며,

N은 상기 누적기에서 누적하는 일정 기간 내의 샘플 수임

에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 수신 신호 세기 측정 장치.

【청구항 9】

무선통신망에서 송수신되는 신호의 수신 신호 세기(Received Signal Strength Indicator)를 측정하는 방법에 있어서,

- a) 무선통신망에서 수신된 신호의 세기를 측정하기 위한 누적 값 – 여기서 누적 값은 상기 수신 신호에서 추출된 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널 신호 중 어느 하나의

신호를 일정 기간동안 디지털 신호로 양자화하여 절대값을 취하여 누적한 값임 – 을 입력받는 단계;

- b) 상기 입력된 누적 값의 제곱 연산을 수행하는 단계; 및
- c) 상기 제곱 연산된 값에 특정 값 – 여기서 특정 값은 상기 수신 신호를 디지털 신호로 양자화하는 아날로그/디지털 변환기의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수를 평균이 0인 가우시안(Gaussian)으로 근사되는 경우, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 비트 수, 입력 클립 레벨 및 입구 저항값에 기초하여 결정됨 – 에 의한 곱셈 연산을 수행하여 상기 수신된 신호의 수신 신호 세기를 계산하는 단계
를 포함하는 수신 신호 세기 측정 방법.

【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 a) 단계 전에,

상기 무선통신망에서 수신되는 신호에서 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널 신호 중 어느 하나의 신호를 추출하여 대응되는 디지털 신호로 양자화하는 단계;

상기 양자화되는 신호의 절대값을 연산하는 단계; 및

상기 연산된 절대값을 상기 일정 기간동안 누적하여 누적 값을 출력하는 단계
를 더 포함하는 수신 신호 세기 측정 방법.

【청구항 11】

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 특정 값 결정시 무선통신망에서 신호를 수신하여 상기 아날로그/디지털 변환기로 출력하는 수신안테나로부터 상기 아날로그/디지털 변환기까지의 이득이 사용되는 것을 특징으로 하는 수신 신호 세기 측정 방법.

【청구항 12】

무선통신망에서 수신된 신호에서 추출된 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널 신호 중 어느 하나의 채널 신호를 디지털 신호로 양자화하는 아날로그/디지털 변환기를 포함하는 수신 신호 세기(Received Signal Strength Indicator)를 측정하는 장치에서의 수신 신호 세기 측정 방법에 있어서,

상기 아날로그/디지털 변환기의 입력단에서의 전력을 상기 수신 신호 세기로 결정하고, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수를 평균이 0인 가우시안(Gaussian)으로 근사하는 경우 생성되는 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 분산과 입력 신호의 분산 사이의 제1 관계 및 상기 가우시안의 랜덤 변수의 확률밀도함수에서의 전력과 분산 사이의 제2 관계에 기초하여, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력단에서의 전력을 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력단에서의 신호를 사용하여 산출하여 상기 수신 신호 세기로 결정하는

것을 특징으로 하는 수신 신호 세기 측정 방법.

【청구항 13】

제12항에 있어서,

상기 제1 관계는 다음의 관계식

$$\sigma_o^2 = k^2 \sigma_i^2$$

여기서, σ_i^2 는 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 신호의 분산이고,

σ_o^2 는 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 분산이며,

k 는 다음의 관계식

$$k = \frac{2^{B-1}}{V_c}$$
 이다.

여기서, B는 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 비트수이고,

V_c 는 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력이 포화상태

(saturation)가 되는 입력 클립 레벨임

을 따르는 것을 특징으로 하는 수신 신호 세기 측정 방법.

【청구항 14】

제12항에 있어서,

상기 제2 관계는 다음의 관계식

상기 가우시안의 랜덤 변수의 확률밀도함수에서의 전력과 분산

$$E^2 = \frac{2}{\pi} \sigma^2 = 0.6366 \sigma^2$$

여기서 E은 상기 가우시안의 랜덤 변수의 확률밀도함수에서의 전력이고,

σ^2 은 상기 가우시안의 랜덤 변수의 확률밀도함수에서의 분산임
을 따르는 것을 특징으로 하는 수신 신호 세기 측정 방법.

【청구항 15】

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 수신 세기 측정 장치가 무선통신망에서 신호를 수신하여 상기 아날로그/디지털 변
환기로 출력하는 수신안테나를 더 포함하며,
상기 수신 신호 세기 결정시 상기 수신안테나로부터 상기 아날로그/디지털 변환기까지의
이득을 사용하는
것을 특징으로 하는 수신 신호 세기 측정 방법.

【청구항 16】

무선통신망에서 송수신되는 신호의 수신 신호 세기(Received Signal Strength Indicator)를 측정하는 방법을 구현하는 프로그램이 저장된 기록매체에 있어서,
a) 무선통신망에서 수신된 신호의 세기를 측정하기 위한 누적 값 – 여기서 누적 값은 상
기 수신 신호에서 추출된 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널 신호 중 어느 하나의
신호를 일정 기간동안 디지털 신호로 양자화하여 절대값을 취하여 누적한 값임 – 을 입력받는
기능;
b) 상기 입력된 누적 값의 제곱 연산을 수행하는 기능; 및
c) 상기 제곱 연산된 값에 특정 값 – 여기서 특정 값은 상기 수신 신호를 디지털 신호로
양자화하는 아날로그/디지털 변환기의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수를 평균이 0인 가

우시안(Gaussian)으로 근사되는 경우, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 비트 수, 입력 클립 레벨 및 입구 저항값에 기초하여 결정됨 –에 의한 곱셈 연산을 수행하여 상기 수신된 신호의 수신 신호 세기를 계산하는 기능

을 구현하는 프로그램이 저장된 기록매체.

【청구항 17】

무선통신망에서 수신된 신호에서 추출된 I(In-Phase) 채널 신호 및 Q(Quadrature) 채널 신호 중 어느 하나의 채널 신호를 디지털 신호로 양자화하는 아날로그/디지털 변환기를 포함하는 수신 신호 세기(Received Signal Strength Indicator)를 측정하는 장치에서의 수신 신호 세기 측정 방법을 구현하는 프로그램이 저장된 기록매체에 있어서,

상기 아날로그/디지털 변환기의 입력단에서의 전력을 상기 수신 신호 세기로 결정하되, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력 신호와 출력 신호의 확률밀도함수를 평균이 0인 가우시안(Gaussian)으로 근사하는 경우 생성되는 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력 신호의 분산과 입력 신호의 분산 사이의 제1 관계 및 상기 가우시안의 랜덤 변수의 확률밀도함수에서의 전력과 분산 사이의 제2 관계에 기초하여, 상기 아날로그/디지털 변환기의 입력단에서의 전력을 상기 아날로그/디지털 변환기의 출력단에서의 신호를 사용하여 산출하여 상기 수신 신호 세기로 결정하는 수신 신호 세기 측정 방법을 구현하는 프로그램이 저장된 기록매체.

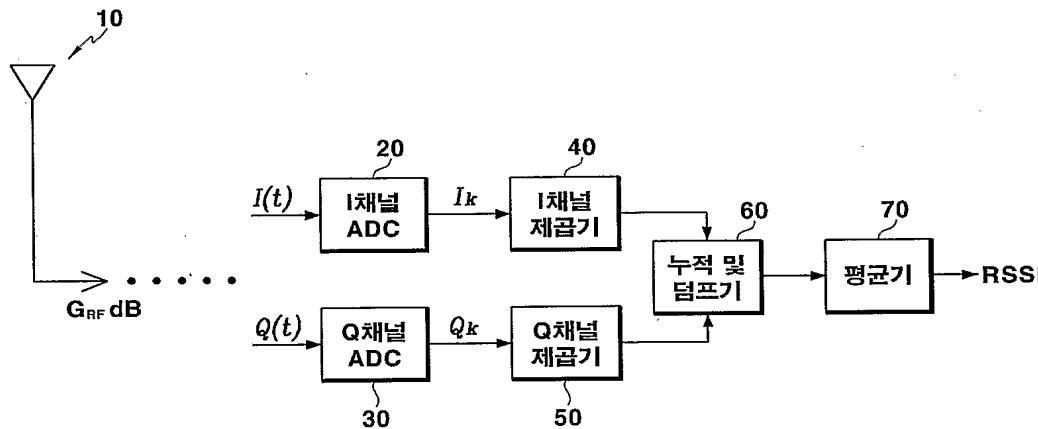


10046903

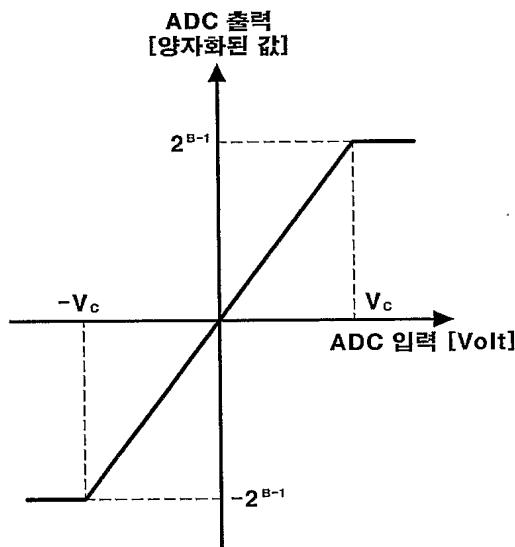
출력 일자: 2004/7/2

【도면】

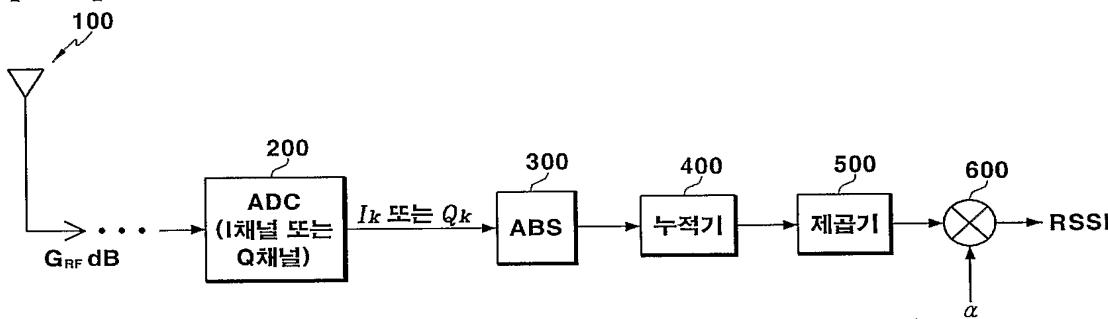
【도 1】



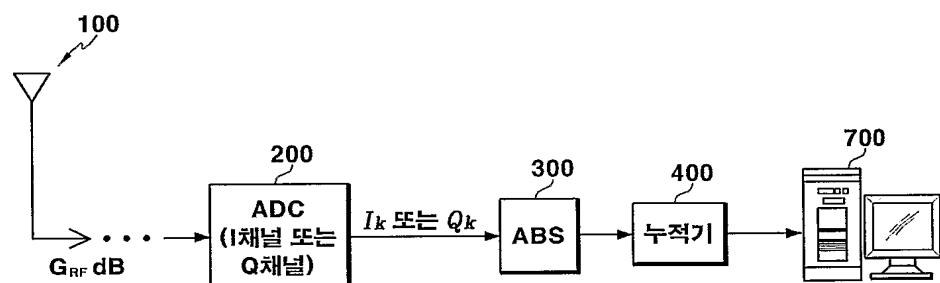
【도 2】



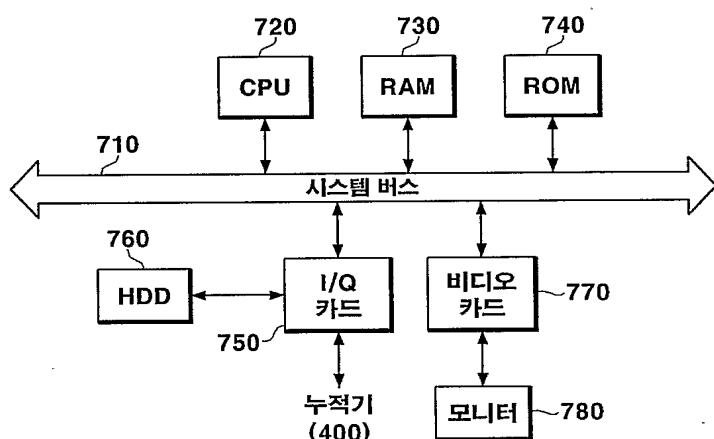
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

